Document généré le 12 oct. 2024 06:18

VertigO
La revue électronique en sciences de l'environnement

Le sol : enquête sur les mécanismes de (non) émergence d'un problème public environnemental

Juliette Fournil, Juliette Kon Kam King, Céline Granjou et Lauric Cécillon

Volume 18, numéro 2, septembre 2018

URI : https://id.erudit.org/iderudit/1059912ar

Aller au sommaire du numéro

Éditeur(s)

Université du Québec à Montréal
Éditions en environnement VertigO

ISSN

1492-8442 (numérique)

Découvrir la revue

Citer cet article

Fournil, J., Kon Kam King, J., Granjou, C. & Cécillon, L. (2018). Le sol : enquête sur les mécanismes de (non) émergence d'un problème public environnemental. *VertigO*, *18*(2).

Résumé de l'article

Si les sols sont indispensables à l'activité humaine et au bon fonctionnement des écosystèmes, ils ne font pourtant l'objet d'aucune mesure de conservation contraignante qui leur soit dédiée. Nous défendons que les difficultés à mettre en place des mesures de conservation du sol ne renvoient pas simplement à l'invisibilité propre au monde souterrain et aux dangers qui le menacent : comprendre ces difficultés demande de retracer la trajectoire de mise à l'agenda du sol comme enjeu environnemental et les répertoires particuliers dans lesquelles elle s'exprime. En déployant une approche pluridisciplinaire alliant sciences sociales et sciences du sol, nous avons cherché à identifier et à caractériser les logiques de requalification environnementale du sol à l'oeuvre depuis le milieu des années 2000. Nous avons notamment cherché à comprendre dans quelle mesure ces logiques de requalification du sol comme enjeu de conservation se démarquaient de l'appréhension agricole dominante qui envisage le sol en termes de support de fertilité et de production agronomique. Sur la base d'une enquête sociologique qualitative approfondie menée en France, incluant exploitation documentaire et entretiens, nous caractérisons deux logiques de requalification environnementale du sol, en termes d'une part de conservation des sols et de leur biodiversité menacés par des processus de dégradation, et en termes d'autre part de conservation et de sécurisation des fonctions et services rendus par les sols. Nous discutons enfin les différences et les relations entre ces deux logiques du point de vue de la manière dont elles interpellent, bousculent, ou au contraire font alliance avec les enjeux et les intérêts agricoles.

Tous droits réservés © Université du Québec à Montréal et Éditions en environnement VertigO, 2018

Ce document est protégé par la loi sur le droit d'auteur. L'utilisation des services d'Érudit (y compris la reproduction) est assujettie à sa politique d'utilisation que vous pouvez consulter en ligne.

https://apropos.erudit.org/fr/usagers/politique-dutilisation/

Cet article est diffusé et préservé par Érudit.

Érudit est un consortium interuniversitaire sans but lucratif composé de l'Université de Montréal, l'Université Laval et l'Université du Québec à Montréal. Il a pour mission la promotion et la valorisation de la recherche.

https://www.erudit.org/fr/

Le sol : enquête sur les mécanismes de (non) émergence d'un problème public environnemental

Juliette Fournil, Juliette Kon Kam King , Céline Granjou et Lauric Cécillon

Introduction

1 Le sol est indispensable à l'activité humaine et au fonctionnement des écosystèmes (décomposition, filtrage de l'eau, production de biomasse pour l'agriculture, etc.). Mais les processus extrêmement lents – quelques milliers d'années — permettant sa formation et sa régénération font de lui une ressource non renouvelable à l'échelle humaine, et ce d'autant plus qu'il est exposé à de multiples dégradations causées par l'homme et les changements globaux (artificialisation, érosion, pollution, etc.) Or, si les sols font partie intégrante des enjeux auxquels devra répondre l'humanité à court et moyen terme (Bispo et al., 2016), ils demeurent largement perçus en termes de socle inerte fournissant son support matériel à l'existence biologique et sociale des êtres vivants qui peuplent sa surface. Ainsi, malgré des initiatives politiques internationales anciennes pour préserver les sols via des chartes au niveau européen et mondial (Conseil de l'Europe, 1972 ; FAO, 1982), les sols ne font pour le moment l'objet d'aucune mesure de conservation contraignante qui leur soit dédiée et qui permettrait de conserver leur bon fonctionnement ainsi que la très grande diversité des êtres vivants, microscopiques notamment, qui les peuplent et les fabriquent. Notre contribution ne vise pas à démontrer en quoi les sols sont dégradés et pourquoi il est absolument nécessaire de les préserver, mais bien à comprendre pourquoi leur protection semble si difficile à mettre en place. Elle pointe en particulier les difficultés à articuler la conservation du sol dans les catégories et registres de la conservation de la nature telle qu'elle s'est articulée depuis les années 1970 autour des notions d'espèces en danger, puis de biodiversité.

2 Notre contribution s'appuie sur une recherche menée dans un collectif de travail interdisciplinaire composé de chercheurs en sciences sociales et de chercheurs en

sciences du sol[1], guidés par un intérêt commun autour de la compréhension des modes d'existence du sol dans la société, et plus particulièrement, par un désir de comprendre les raisons de la relative non-perception et non-prise en charge des enjeux de conservation du sol en France et au-delà. Sur la base d'une enquête sociologique qualitative approfondie menée en France, nous avons cherché à comprendre la trajectoire du développement de préoccupations environnementales par rapport au sol et à caractériser les formes qu'elle prend. On entend ici la notion de « conservation » (ou préoccupation environnementale) au sens large du terme, au-delà du secteur particulier de la conservation de la nature lié aux espaces protégés, comme visée globale de protection d'un type de milieu ou partie de la biosphère, que cette visée soit liée à des objectifs de préservation *per se* ou à des objectifs de conservation d'une ressource utile et indispensable à l'homme.

3 Dans ce cadre, nous considérons l'invisibilité du sol, soulignée à de multiples reprises par les personnes rencontrées pendant notre enquête[2], moins comme une caractéristique intrinsèque du sol, que comme un symptôme du non-aboutissement de la requalification du sol comme enjeu de conservation environnementale. La nécessité de rendre visible, perceptible et pensable un milieu donné en tant qu'enjeu environnemental constitue en effet une condition fondamentale de la saisie même des enjeux écologiques, bien mise en avant par les travaux de sciences sociales sur la « société du risque » (Beck, 2001 [1986] ; Fabiani et Theys, 1992 ; Chabbal, 2005). Les risques et enjeux environnementaux exigent précisément de dépasser le décalage inhérent entre notre perception a priori du monde réel, et l'existence souvent non directement perceptible des relations et mécanismes écologiques qui le sous-tendent (Bourg et Whiteside, 2010). Comprendre les difficultés de mise en place d'une conservation du sol comme enjeu environnemental exige ainsi d'identifier et d'analyser la manière dont le sol est « vu », appréhendé et qualifié par les acteurs et les institutions en tant qu'enjeu de conservation, au-delà de son traitement sectoriel habituel (sols urbains, industriels, miniers, constructibles, agricoles, forestiers...) [3].

4 Nous présenterons d'abord en détail notre démarche théorique et notre enquête empirique, avant de caractériser successivement deux logiques distinctes de requalification environnementale du sol à l'œuvre depuis le milieu des années 2000 : une première logique centrée sur la conservation des sols et de leur biodiversité confrontés à des menaces de dégradation, et une seconde logique centrée sur la conservation et la sécurisation des services rendus par les sols, notamment les services agricoles et climatiques. Nous discuterons du succès relatif et des difficultés rencontrées par ces deux logiques de requalification environnementale du sol, et nous décrirons leurs points de tension, leurs hybridations et leurs échanges mutuels – en mettant notamment en évidence que la requalification en termes de services implique un renversement de perspective sur la biodiversité du sol, qui n'apparaît plus comme objectif des efforts de conservation du bon état du sol, mais comme une composante du sol essentielle à réalisation de fonctions et à la fourniture de services par les sols à la société.

Méthodes

Approche théorique

5 Bien qu'objet intrinsèquement transdisciplinaire (Brevik et al., 2015), le sol demeure particulièrement peu traité et abordé en sciences sociales. Néanmoins, un petit nombre de travaux récents au croisement entre sociologie, géographie humaine, écologie politique et anthropologie abordent le sol, dénonçant notamment son appréhension en termes de réceptacle fixe et inerte pour une variété de déchets, qu'il s'agisse des déchets nucléaires, domestiques, ou du carbone que le sol serait appelé à séquestrer pour compenser les émissions anthropogéniques de gaz à effet de serre (Clark et Hird, 2014 ; Puig de la Bellacasa, 2014 et 2015 ; Kearnes et Rickards, 2016). Ces travaux approchent le sol en tant que « bioinfrastructure » (Puig de la Bellacasa, 2014 et 2015) ou comme « bien commun » (Donadieu et al., 2016) conditionnant la possibilité de toute vie biologique et sociale sur Terre, et appellent à une meilleure prise en compte culturelle, politique et éthique de l'importance et de la vulnérabilité du sol et de ses formes de vie.

6 Notre approche a visé à retracer les mécanismes de la trajectoire de « mise à l'agenda » du sol dans les arènes scientifiques, associatives, politiques et administratives françaises, en nous appuyant sur une approche empruntant à la sociologie de l'action publique et aux science studies, ainsi qu'aux sciences du sol. Dans le sillage des travaux de Claude Gilbert sur les conditions et mécanismes de définition et qualification (ou non-qualification) de certains enjeux en termes de risques et de problèmes publics (Gilbert, 1999 ; Gilbert et Henry, 2012), nous avons cherché à caractériser et analyser les registres spécifiques dans lesquels le sol se trouvait qualifié comme enjeu environnemental, en analysant les argumentaires et répertoires de langage utilisés par les acteurs et les collectifs pour appréhender le sol comme enjeu de conservation. Une précision importante s'impose ici : la notion de « requalification » du sol ne désigne pas seulement un processus de définition discursive, mais implique également des enjeux institutionnels et politiques que nous avons cherché à mettre en lumière. Les mécanismes de qualification du sol impliquent en effet des processus de sélection et de hiérarchisation des collectifs et des institutions considérés comme légitimes pour gérer cet enjeu – les « propriétaires d'enjeu » (Neveu, 1999) – et soulèvent des tensions et conflits en termes de prérogatives institutionnelles, d'attribution de responsabilités et de modalités d'action. Par ailleurs, requalifier le sol en termes d'objet de conservation remet en cause et « dé-fait » les associations préexistantes du sol avec des significations, prérogatives et formes d'actions préexistantes (Goulet et Vinck, 2012). Nous avons notamment cherché à discuter la manière dont les logiques de requalification du sol en termes de biodiversité ou de services opéraient interpelaient, bousculaient et l'appréhension longtemps dominante du sol en termes de support de fertilité et de production agricole, ou au contraire dans quelle mesure ces requalifications réarticulent des formes d'alliance avec les intérêts agricoles.

7 Le succès de la requalification du sol comme enjeu de conservation suppose alors également d'arrimer cette qualification à de nouvelles métriques, indicateurs, et observatoires, permettant d'objectiver, mesurer et surveiller sa qualité environnementale, son évolution et sa possible dégradation (plutôt que sa fertilité, mesurée en unités de rendement à l'hectare). La littérature sur la comptabilité environnementale a amplement souligné la façon dont l'appréhension et la gestion de

l'environnement impliquent le fonctionnement d'outils et de métriques indispensables à la saisie et au « gouvernement » des humains comme des non-humains (Desrosières, 2000 ; Höhler et Zigler, 2010 ; Whitney et Kiechle, 2017) : la gestion de la ressource en eau par exemple s'appuie sur une batterie d'indicateurs censés qualifier et quantifier des situations de manière synthétique (Bouleau et Deuffic, 2016 ; voir aussi Granjou et al., 2010). Nous avons ainsi été attentifs à la manière dont les différentes logiques de requalification du sol s'accompagnaient de nouveaux dispositifs pratiques de comptabilité et de métrique de la qualité des sols susceptibles de contribuer à stabiliser les requalifications en jeu.

Approche empirique

Présentation de l'enquête

8 Nous avons développé une enquête qualitative sur les mécanismes de mise à l'agenda des sols comme enjeu environnemental en nous focalisant sur la France dans le contexte européen. Nous avons cherché, à chaque fois que possible, à ressaisir les couplages et interactions entre la mise à l'agenda du sol en France, en Europe, et à l'international. L'enquête a mobilisé une variété de sources primaires, incluant des entretiens semi-directifs menés auprès de 45 acteurs représentant des secteurs diversifiés de gestion, pratique et connaissance des sols entre mi-2015 et mi-2017, et visant à saisir les mécanismes de qualification des sols en tant qu'enjeu de conservation environnementale dans une diversité de secteurs d'activités (recherche, bureaux d'études environnementaux et paysagistes, ministère de l'Agriculture et de l'Environnement, collectivité territoriale, Ademe[4], gestionnaires urbains, gestionnaires d'espaces protégés, instituts techniques agricoles, syndicats agricoles, associations environnementales, élus). Cette démarche se caractérise par le refus d'attribuer a priori le sol à une catégorie d'acteurs ou d'institutions (l'agriculture, l'urbanisme, ou les espaces protégés par exemple) et par la volonté, au contraire, de saisir l'articulation des menaces et des préoccupations de conservation du sol dans une variété de secteurs ainsi que les tensions entre registres et argumentaires[5]. Ces entretiens ont été intégralement retranscrits[6] et analysés à l'aide d'un logiciel d'analyse qualitative, Sonal, en nous inspirant des principes de la grounded theory pour identifier une série de thématiques traversant les entretiens (incluant : les menaces sur les sols ; l'échec de la directive-cadre européenne sur les sols ; la biodiversité du sol ; les services écosystémiques ; les critères et indicateurs de qualité des sols), coder les parties du discours relevant de chacune de ces thématiques et les confronter de manière à construire et systématiser notre analyse (Clarke, 2005).

9 Les scientifiques du sol eux-mêmes ont pointé, dès le milieu des années 2000, le développement des références au sol dans les rapports et débats internationaux sur le développement durable (Hartemink et McBratney, 2008). Les documents analysés ont été sélectionnés de manière à couvrir les principales institutions et initiatives en matière de conservation des sols depuis le milieu des années 2000 à fin 2017, et à retracer les répertoires, argumentaires et logiques de requalification des sols en termes d'enjeu de conservation à l'œuvre. Nous avons ainsi exploité une série de documents, rapports et sites web incluant le lancement et les débats autour du projet de directive-cadre européenne sur les sols (COM [2006] 232 final, lancé en 2002 et retiré en 2014 [Commission européenne, 2006a]), les documents de communication scientifique sur les sols publiés par la Commission européenne et la Fondation pour la Recherche sur la Biodiversité en

France (FRB) au tournant des années 2010, ainsi que la relance plus récente de nouvelles initiatives de conservation du sol (notamment la Charte mondiale des sols révisée publiée par la Food and Alimentation Organization [FAO, 2015] ; le plan français pour la transition agroécologique de l'agriculture ; la campagne effectuée par l'association européenne People4Soil dans l'objectif de relancer le processus de directive-cadre sur les sols ; les débats sur l'inscription du sol à la loi Biodiversité de 2016 ; et l'initiative internationale « 4 pour 1000 : les sols pour la sécurité alimentaire et le climat » portée par la France). Nous avons également exploité les archives électroniques des échanges au sein de l'Association française d'étude du sol (Afes). L'Afes est une association savante dont la liste électronique de diffusion rassemble 1559 inscrits[7] (chercheurs, étudiants, bureaux d'étude, agriculteurs et toute autre personne intéressée par la thématique du sol). L'examen de ces archives a permis de préciser le rôle moteur de la communauté sol dans la mise à l'agenda du sol comme enjeu de conservation ainsi que les tensions internes qui la marquent.

10 Si nous ne prétendons pas à l'exhaustivité, l'ampleur et de la diversité du repérage documentaire réalisé, qui s'est appuyé à la fois sur les ressources interdisciplinaires de notre équipe de recherche, et sur les témoignages des enquêtés, permet d'avancer que les tendances mises à jour et analysées dans le reste du texte peuvent être considérées comme caractérisant plus largement la remise à l'agenda du sol comme problème public environnemental en France dans le contexte européen[8]. L'analyse conjointe des entretiens et des documents montre qu'à partir du milieu des années 2000, la conservation du sol a tendu à s'exprimer dans le cadre argumentaire et institutionnel de la conservation de la biodiversité menacée (Atlas européen de la biodiversité des sols, et actions de la Fondation pour la Recherche sur la Biodiversité) et de la lutte contre les autres menaces de dégradation pesant sur les sols[9], cadrage qui a ainsi accompagné le démarrage du projet de directive-cadre européenne sur les sols. Au contraire, les initiatives plus récentes requalifient le sol en référant en priorité au vocabulaire des fonctions et services écosystémiques que le sol est susceptible de rendre à la société d'aujourd'hui et de demain. Ces initiatives plus récentes remettent au premier plan le concept de services « socio-économiques » des sols déjà avancé dans les années 1960–1970 dans la charte européenne des sols (Conseil de l'Europe, 1972). Les services écosystémiques sont définis et popularisés dans les années 2000 par le Millennium Ecosystem Assessment dans un cadre plus général comme les services rendus par les écosystèmes aux sociétés (MA, 2005).

11 Le passage d'une logique à l'autre, et les formes d'hybridation entre les deux renvoient essentiellement à trois points, que nous mettrons successivement en évidence :

- la logique de requalification du sol en termes de biodiversité menacée se heurte à la façon dont les formes de vie souterraines tendent à échapper aux catégories et cadres de la conservation des espèces en danger.
- Alors que l'accent mis sur la biodiversité en danger tendait à désigner la responsabilité des pratiques agricoles intensives dans la dégradation des sols, le nouveau centrage sur les services rendus par les sols à la société ouvre à de nouvelles alliances avec les enjeux et intérêts agricoles ;
- malgré des progrès techniques rapides, la biodiversité du sol se prête difficilement à la mise en place de métriques et d'instruments de comptabilité qui permettrait, à la manière par exemple du dispositif de Liste Rouge d'espèces menacées, d'équiper une politique de conservation du sol ; *a contrario*, le registre des services écosystémiques peut s'appuyer sur

des métriques susceptibles de mesurer le niveau de services rendus par les sols, comme celle de la « tonne carbone » pour le service de régulation du climat.

Conserver la biodiversité des sols et enrayer la dégradation des sols ?

Biodiversité menacée et protection de la nature

12 Notre enquête confirme l'existence d'un mouvement de « redécouverte » de la vie du sol (Puig de la Bellacasa, 2014 ; Goulet, 2013)[10], se traduisant par un certain nombre d'initiatives et de documents officiels, à l'échelle française et européenne, qui posent un regard inédit sur les formes de vie du sol, des vers de terre aux communautés microbiennes, et tendent à les requalifier en termes de biodiversité menacée.

La requalification du sol en termes de biodiversité menacée

13 La requalification des formes de vie du sol en termes de biodiversité menacée ressort notamment de la publication d'un Atlas européen de la biodiversité des sols en 2010, à l'occasion de l'Année internationale de la biodiversité. L'Atlas résulte du travail de l'institut Environnement et Durabilité du Centre de recherche commun, service scientifique interne de la commission européenne qui vise à aider à élaborer les politiques européennes[11]. Il présentant, à destination du grand public, des décideurs, enseignants, et chercheurs d'autres disciplines, les rôles des activités des êtres vivants du sol dans le fonctionnement des sols, et alerte sur les dégradations et menaces pesant sur la biodiversité des sols en cartographiant ces menaces à l'échelle de l'Union Européenne. L'Atlas a été traduit en français sous la responsabilité du Conseil Scientifique du programme GESSOL (programme porté par le ministère en charge de l'environnement et l'ADEME entre 1998 et 2015).

14 Fortement inspirée du même répertoire argumentaire, la Fondation pour la Recherche sur la Biodiversité publie en 2011 une plaquette intitulée « Sols vivants – la face cachée de la biodiversité » (FRB, 2011). La plaquette souligne que le sol est « un des plus grands réservoirs de biodiversité de la planète », contenant une « méga-diversité » d'organismes minuscules : « le nombre d'espèces et la densité des organismes vivants dans les sols atteignent des niveaux très supérieurs à ceux observés en surface. Un seul gramme de sol contient quelques milliards de cellules bactériennes (...). » Elle détaille une série de chiffres désignant l'importance méconnue de la biodiversité du sol du point de vue de l'inventaire du vivant à l'échelle planétaire, soulignant par exemple que plus de 95 % des espèces vivant dans le sol n'ont pas encore été décrites : « l'exploration ne fait que commencer ». Le terme d'exploration » évoque clairement le registre des inventaires naturalistes de la biodiversité et le « défi » des grandes expéditions qui visent à découvrir et recenser l'ensemble des êtres vivants peuplant la planète (Faugère et Mauz, 2013), reprenant le champ sémantique d'une dernière « frontière biotique » diffusé dans les années 1990 par la sphère scientifique au sujet de la diversité des organismes du sol (p. ex. André et al., 1994). L'insistance sur le caractère caché et invisible ajoute alors au défi que constitue l'extension de l'inventaire de la biodiversité en direction des formes de vie souterraines. La biodiversité du sol est décrite comme « menacée » par une série d'activités humaines provoquant érosion, pollution ou compaction du sol – rapprochant

ici aussi la vie du sol des enjeux d'extinction de la faune et de la flore épigée. On notera que, dans ces documents, le sol est la plupart du temps mentionné au singulier, désignant l'habitat souterrain dans toute sa généricité – par contraste avec les sols décrits dans leur « pédo-diversité » (Tennesen, 2014) géologique et physico-chimique par les pédologues[12]. La plaquette de la FRB décrit également les capacités et activités spécifiques des « habitants du sol » (par exemple leur capacité à métaboliser certaines substances toxiques, fondamentale pour les techniques de dépollution des sols) – posant ainsi la conservation de la biodiversité du sol comme enjeu premier et fondamental dans toute perspective de conservation des sols et de leur fonctionnement.

15 Ces documents tendent ainsi à articuler la nécessité de conserver le sol en le rattachant au domaine de la biodiversité, domaine institutionnalisé depuis les années 1990 avec la création notamment de la Convention sur la diversité biologique et du réseau Natura 2000 en Europe (Granjou, 2013). Tout en englobant le sol dans un répertoire désormais éprouvé et institutionnalisé de justification de la protection de la biodiversité, cette requalification du sol en termes de biodiversité menacée permet en même temps d'étendre le champ des prérogatives des institutions de la biodiversité (comme en France la Fondation pour la Recherche sur la Biodiversité) en y englobant les questions de sol. Les indicateurs nationaux de synthèse de l'Observatoire national de la biodiversité (ONB) piloté par l'AFB (Agence française pour la biodiversité) incluent ainsi aujourd'hui certains groupes fonctionnels d'organismes du sol (vers de terre, bactéries).

Conserver des espèces ?

16 On trouve dans ces documents un accent mis sur l'identité et les « capacités » des espèces vivant dans le sol, passant notamment par leur représentation imagée – via des images notamment du tardigrade, aussi dénommé ourson d'eau, ou encore des vers de terre qui apparaissent également si souvent dans les documents de communication scientifique sur le sol[13]. Pourtant, au-delà de l'image d'Épinal du « panda du sol », les formes de vie du sol remettent en cause assez radicalement les notions d'individu et d'espèce, qui sont pourtant au fondement à la fois de notre compréhension de la vie animale ou végétale ainsi que des politiques et dispositifs de conservation de la biodiversité. La philosophe Myra Hird a bien souligné comment le fonctionnement symbiotique et associatif des communautés microbiennes (dans le sol ou dans d'autres environnements) suggère la possibilité d'une forme de vie collective et communautaire qui remet en cause la distinction essentielle, à notre échelle, entre individu et environnement (Hird, 2009). En outre, la capacité des bactéries à échanger des gènes horizontalement et donc à se reproduire et à muter à très grande vitesse bouscule non seulement les approches de la reproduction, mais aussi la possibilité même de penser les êtres vivants en termes d'espèce stable. Or la notion d'espèce est au cœur des politiques de conservation de la nature telles qu'elles se sont articulées en particulier depuis les années 1970 avec les dispositifs de liste d'espèces menacées, par exemple la liste rouge de l'Union internationale pour la conservation de la nature (IUCN). Même si les politiques de la conservation, notamment en Europe, ciblent, depuis les années 1990, l'ensemble de la biodiversité « ordinaire », et pas uniquement les espèces emblématiques, ainsi que leurs habitats (Granjou, 2013), la notion d'espèce constitue le support cognitif et pratique des opérations de catégorisation, classification, hiérarchisation et d'attribution de valeur opérées par les listes d'espèces (Braverman, 2016a, b) : « lorsqu'elles se trouvent listées comme menacées, les vies de certaines espèces sont élevée à un statut politique tandis

que le reste (initialement, au moins, ce qui demeure non listé) demeure de l'ordre de la simple vie biologique » (Braverman, 2016a p. 20). L'espèce constitue ainsi, pour Irus Braverman, « l'unité ontologique fondamentale par laquelle la vie peut être évaluée, mesurée et connue » dans le cadre des politiques de conservation de la nature (Braverman, 2016a, p. 23[14]).

17 Un chercheur en science du sol interviewé suggère son inconfort avec cet argumentaire, du fait de son décalage avec les efforts réels de connaissance taxinomique de la vie du sol :

> « La biodiversité c'est quelque chose qui a réussi à passer le Grenelle de l'environnement : du coup les gens des sols mettent essentiellement en avant la biodiversité du sol pour les aspects préservation (...)C'est-à-dire en fait c'est un peu de la démagogie, mais les gens aiment bien mettre une photo d'un tardigrade, c'est une petite bestiole qui est en forme de nounours, adorable, pourtant il y a pas un seul spécialiste des tardigrades en France. Mais on va dire : attention il y a des tardigrades ! — Enquêteur : C'est le panda du sol ?- Voilà ! »

18 L'anthropologue Katryn Yusoff souligne combien le mécanisme de représentation et d'attribution d'un « visage » constitue une condition essentielle de la conservation de la biodiversité telle qu'elle s'est développée et institutionnalisée depuis la fin des années 1980 (Yusoff, 2012) – dont témoigne notamment le pan devenu le logo d'une des associations environnementales internationales les plus en vue (le Fonds mondial pour la nature ; WWF). Ces images nous permettent en effet de penser l'existence des êtres vivants donc d'anticiper la perte que constituerait leur extinction ; elles participent d'une « politique de la représentation » à l'œuvre dans le développement de la conservation de la nature, au sens où le fait de donner un « visage » aux plantes et les animaux conditionne la possibilité cognitive et affective de penser leur perte potentielle dans les catégories du deuil – et donc de se soucier de la conservation de leur existence. C'est ainsi la possibilité même de se soucier véritablement, sur un plan tout à la fois cognitif, affectif et éthique, de la possible disparition définitive de ces formes de vie qui est en jeu dans ces stratégies de re-présentation des êtres vivants souterrains. La contribution de Katryn Yusoff permet de saisir toute la difficulté à l'œuvre dans la stratégie de requalification du sol en termes de biodiversité menacée, dans la mesure où la taille microscopique, l'aspect non familier voire franchement repoussant de nombre d'organismes vivant dans le sol[15], ainsi que la plasticité même de ces organismes, questionnent la possibilité même d'user d'images pour communiquer le besoin de conservation.

L'agriculture et les menaces de dégradation pesant sur les sols et leur biodiversité : un renversement de perspectives

19 En ne se prêtant pas aisément à la mise en images ni à la catégorisation en espèces, les formes de vie du sol mettent ainsi en question les termes de la conservation de la nature telle qu'elle s'est articulée depuis les années 1970 autour notamment des enjeux de biodiversité menacée. Mais les tensions et difficultés rencontrées par la requalification du sol en termes de biodiversité menacée ne viennent pas seulement du fait des limites épistémologiques et philosophiques associées à la notion d'espèce en danger dans le cas du sol : elles renvoient également à la manière dont cette requalification désigne et stigmatise la responsabilité humaine, notamment des pratiques agricoles intensives dans le mouvement de perte de la biodiversité du sol.

L'agriculture, menace pour les sols et leur biodiversité ?

20 La littérature récente en sciences du sol pointe la responsabilité de l'agriculture et de l'intensification des pratiques agricoles au cours du 20e siècle dans certains processus de dégradation des sols observés en Europe comme l'érosion, la diminution du taux de matière organique et de la biodiversité des sols, la compaction, la contamination ou la salinisation des sols (p. ex. Louwagie et al., 2011 ; Jones et al., 2012). Par exemple, le mouvement de réduction de la diversité en espèces de nombreux groupes fonctionnels d'êtres vivants des sols (c'est-à-dire de leur richesse en espèces), la tendance à la réduction de la taille moyenne des organismes des sols et la simplification des chaînes trophiques d'organismes des sols sous l'effet de l'intensification des pratiques agricoles ont été documentées en Europe (Tsiafouli et al., 2015)[16]. Or si les sols industriels pollués font l'objet de réglementations nationales plus anciennes, la désignation des pratiques intensives de gestion des sols agricoles comme facteur de dégradation des sols et de perte de leur biodiversité est plus récente, et leur prise en compte dans les réglementations nationales et européennes est moins avancée (p. ex. Turpin et al., 2017).

21 Cette mise en accusation des pratiques agricoles dans la dégradation des sols et de la vie des sols ressort notamment, en France, des discours développés par Claude Bourguignon, ancien chercheur en agronomie de l'INRA (Institut national de la recherche agronomique), qui a développé son propre bureau d'études proposant aux agriculteurs des services de conseil de gestion de leurs sols et publié un certain nombre d'écrits et d'interventions qui sont aujourd'hui assez largement médiatisés à la fois dans le monde agricole et au-delà (Bourguignon, 2002). Selon Bourguignon, les sols agricoles seraient aujourd'hui quasiment « morts » dans la mesure où les communautés vivantes du sol ont été tuées par des décennies d'usage incontrôlé de produits chimiques fertilisants et pesticides (suivant les conseils agronomiques prodigués par l'INRA). Cette accusation est vivement dénigrée par la plupart des chercheurs en sciences du sol, qui pointent que les sols agricoles français sont très loin d'être morts, même si leurs formes de vie peuvent, à certains endroits, être moins développées sous l'effet de pratiques très intensives[17]. La circulation des discours sur la manière dont les pratiques agricoles « conventionnelles » auraient contribué à « tuer » la vie des sols implique ainsi non seulement un changement de regard sur l'agriculture (confortant le développement d'une image d'agriculteur-pollueur qui a émergé en France avec la lente prise de conscience de la responsabilité agricole dans la pollution de l'eau : Kalaora et Vlassopoulos, 2013) ; elle implique aussi une redistribution potentielle des responsabilités et des prérogatives en matière de gestion des sols, qui ne seraient plus désormais de l'ordre de l'expertise agronomique, mais exigerait le diagnostic et les conseils des experts de l'écologie des sols (dont Claude Bourguignon se réclame par exemple).

22 Les débats autour du projet, avorté, de directive-cadre européenne sur les sols, témoignent plus largement de la volonté du monde agricole de conserver une forme de contrôle sur la requalification du sol en termes d'enjeu de conservation. Leur examen montre que, outre les problèmes liés aux sites et sols pollués et au principe de subsidiarité en matière de sol invoqué par certains pays membres de l'Union européenne (Turpin et al., 2017), les lobbys agricoles ont également joué un rôle important dans le blocage de cette directive, notamment en Allemagne et en France. La directive a été retirée en mai 2014 après huit ans de lourdes négociations, après que la proposition de stratégie ait été acceptée et publiée en 2006, et malgré son adoption en 2007 par le parlement européen[18].

Faisant valoir, dans les débats côté français, que les sols étaient déjà pris en compte par de nombreuses réglementations contenues dans la Politique Agricole Commune concernant notamment pesticides, engrais et nitrates, la FNSEA (Fédération nationale des syndicats d'exploitants agricoles) a cherché à réaffirmer la place du monde agricole comme « propriétaire d'enjeu » autour des questions de qualité et de conservation d'un bon fonctionnement des sols pour les activités agricoles. Le représentant du ministère de l'agriculture interviewé témoigne d'une stratégie ambiguë, qui reconnaît l'importance de la conservation du sol, tout en souhaitant conserver la mainmise sur la qualification environnementale du sol et la gestion des problèmes associés, dans l'objectif d'éviter finalement qu'ils ne soient mis au jour et pris en charge par d'autres acteurs et institutions – qui seraient alors en position de mettre en cause, de l'extérieur, la responsabilité des pratiques agricoles dans la dégradation des sols et de leur biodiversité :

> « Enfin directive, pourquoi pas, mais ça dépend pour quoi faire, c'est toujours pareil. L'important, c'est vraiment de créer des synergies, c'est pas créer un outil supplémentaire, pour dire qu'il y a un outil sol. (...) Nous, on n'est pas contre une directive, mais ça dépend de ce qu'il y a dedans... »

23 Affichant une absence d'opposition de principe à l'idée de conserver les sols, il s'agit ainsi en même temps de conserver les prérogatives traditionnelles du monde agricole sur « ce qu'il y a dedans », c'est-à-dire sur la définition de l'objet de la conservation, des phénomènes qui le menacent, et des options de conservation. Ce que montre la genèse avortée de la directive, c'est la difficulté de passer d'une qualification du sol sous l'angle des « terres arables », qui en fait un objet d'expertise agronomique (amélioration de la fertilité et des rendements), à une qualification mettant en jeu sa dimension de milieu et d'habitat multifonctionnel dont la conservation vaudrait de remettre profondément en cause les pratiques de l'agriculture « conventionnelle ».

Quand la biodiversité des sols et ses fonctions deviennent utiles à la production agricole

24 À rebours de la stigmatisation des pratiques agricoles en jeu avec les discours sur la « mort » de la biodiversité des sols, le plan de transition agroécologique du gouvernement français, basé notamment sur le concept de l'agriculture écologiquement intensive (p. ex. Griffon, 2017)[19], font du maintien de la biodiversité des sols et de ses fonctions écologiques une ressource et une opportunité pour les agriculteurs. Lancé en 2015, ce plan met l'accent sur les gains que représente le maintien ou la restauration de la biodiversité des sols pour la rentabilité des exploitations agricoles (réduction des intrants et réalisation d'économies par les exploitants (Arrignon et Bosc, 2017). Il s'agit de maintenir ou de restaurer la biodiversité, y compris la biodiversité des sols (mais aussi des haies, des champs, etc.), au service du maintien, de la durabilité voire de l'augmentation de la productivité agricole. Avec l'agroécologie, c'est ainsi la biodiversité du sol elle-même qui se trouve requalifiée en termes d'instrument et de ressource, connaissable et partiellement manipulable et optimisable, produisant une série de services de productivité et de durabilité agricoles (Peralta et al., 2014). Notre enquête suggère en effet que les agriculteurs sont de plus en plus nombreux à se préoccuper de la biodiversité de leurs sols au nom du maintien ou de la relance de leur fertilité, et à chercher des solutions pour restaurer et pérenniser la vie de leurs sols afin de maintenir ou augmenter une fertilité qu'ils estiment menacée par l'usage excessif d'intrants chimiques. Le travail réalisé par l'équipe d'écologie du sol de l'unité de recherche

Agroécologie de l'INRA (Dijon) vise par exemple à concevoir et mettre en pratique de nouveaux indicateurs de vie biologique des sols (comme la mesure de la biomasse microbienne des sols ou le dénombrement des nématodes – vers microscopiques vivant dans les sols), dans l'objectif d'aider le monde agricole à réaliser la transition agroécologique en diminuant leurs intrants et en optimisant les activités microbiennes et les fonctions écologiques des sols (Maron et al., 2011).

25 C'est dans ce contexte que l'on peut comprendre que le sol ait finalement été inscrit dans la loi française sur la reconquête de la biodiversité en 2016 – suite à un rapport publié conjointement par les ministères en charge de l'environnement et de l'agriculture en 2015, intitulé « Propositions pour un cadre national de gestion durable des sols »[20]. Les promoteurs de la loi, notamment le Club Parlementaire pour la Protection et l'Étude des Sols (CPPES) qui regroupe un certain nombre de membres de l'Afes[21], souhaitaient par cette loi inscrire le sol lui-même comme patrimoine commune de la nation, c'est-à-dire assortir la propriété privée des sols de certaines responsabilités, en faisant peser sur le propriétaire et gestionnaire (notamment agricole) l'obligation de prendre des mesures préventives pour éviter ou réduire les effets néfastes de ses activités sur le sol. Cette position a suscité des réticences fortes de la part du monde agricole : « *notamment les gens de la FNSEA, ça leur plaisait pas qu'on parle de bien commun. Ça a duré un moment cette histoire !* » (un membre du Conseil économique, social et environnemental). Dans le cadre de cette loi, les représentants agricoles estimaient que conserver la biodiversité des sols, plutôt que les sols eux-mêmes, constituait une approche moins contraignante et plus acceptable :

> « Nous sommes nombreux à penser que c'est la biodiversité des sols, et non les sols eux-mêmes, qu'il faut intégrer dans le "patrimoine commun de la nation". En effet, si les sols intègrent le patrimoine commun de la nation, cela rendra obligatoire leur protection de toute pollution, de toute dégradation. Les sols agricoles seraient concernés par cette nouvelle forme de protection, ce qui tuerait l'agriculture » (intervention d'un député « Les Républicains » à l'Assemblée).

26 Pour autant, la loi sur la biodiversité de 2016 a finalement abouti à l'inscription de la biodiversité des sols et également des sols eux-mêmes au patrimoine commun de la nation (Article L110-1 du Code de l'environnement). Cette inscription se comprend dans un contexte marqué par le plan de transition agroécologique, dans lequel l'idée de protection des sols et de leur biodiversité se trouve par ailleurs promue au titre de la productivité et de la durabilité agricoles. En outre les conséquences juridiques de cette inscription demeurent assez minimes, comme l'analyse la juriste Aude Farinetti (Farinetti, 2013) : la proclamation de l'appartenance d'un élément naturel (comme les sols ou la biodiversité des sols) au patrimoine commun de la nation n'a pas pour effet de remettre en cause le statut juridique que lui attribue le droit des biens. Si les sols et la biodiversité qu'ils renferment appartiennent à tous selon le nouveau Code de l'environnement, les sols continuent pour autant de relever du régime classique de la propriété privée.

Conserver les fonctions et les services des sols

Conserver les services écosystémiques des sols

La requalification du sol en termes de fonctions et de services rendus à la société

27 L'année 2015, nommée Année internationale des sols par l'Organisation des Nations Unies (ONU ; résolution A/RES/68/232 du 20 décembre 2013), est une année charnière pour la dynamique de mise à l'agenda politique et médiatique des sols comme enjeu environnemental (une journée mondiale des sols, le 5 décembre, étant également créée à cette occasion). Le lancement de la plateforme d'expertise et de gouvernance mondiale du sol Global Soil Partnership en 2013 ainsi que la révision de la Charte mondiale des sols (FAO, 2015) témoignent d'une réinscription du sol dans les débats et rapports environnementaux internationaux, qui va s'opérer très largement en empruntant au langage des services écosystémiques popularisé par le Millennium Ecosystem Assessment (MA, 2005)[22]. Si la stratégie thématique européenne en faveur de la protection des sols et le projet de directive-cadre européenne sur les sols mettaient déjà fortement l'accent sur l'objectif de la préservation des fonctions des sols (face à des processus de dégradation), elles n'utilisaient que très peu (stratégie thématique) voire pas du tout (projet de directive-cadre) le vocabulaire lié aux services écosystémiques rendus par les sols à la société (Commission Européenne, 2006a et 2006b). Or le langage des services écosystémiques qui va s'imposer à partir du milieu des années 2010 articule la nécessité de conserver les sols non plus prioritairement en lien avec les menaces pesant sur les sols et leur biodiversité et ses risques d'extinction, mais en considération de l'ensemble des fonctions remplies par les sols. Selon ce cadrage – et résonnant avec le plan agroécologique développé par la France – la biodiversité des sols tend ainsi à être vue comme une ressource et son maintien un objectif nécessaire au bon fonctionnement du sol, plutôt que comme l'une des « fonctions » garanties par un sol en bon état de conservation.

28 Apparue dès les années 1960 dans le domaine des sciences du sol (Simonson, 1966 : cité par Baveye et al., 2016) et formalisée dans la charte européenne des sols (Conseil de l'Europe, 1972), la notion de « services » des sols a été largement retravaillée par la littérature en sciences du sol depuis le milieu des années 2000 qui en a proposé une variété de classifications et de typologies (p. ex. Dominati et al., 2010 ; Robinson et al., 2013), concourant à illustrer la multifonctionnalité des sols pour l'environnement global (renvoyant à leur caractère d'interface fonctionnelle entre l'atmosphère, la biosphère et la lithosphère, et à leur importance vitale dans l'évolution des cycles biogéochimiques dans un contexte de changements globaux), mais aussi pour les sociétés (Cardona, 2012). Un groupe de chercheurs internationaux en sciences du sol, réuni au début des années 2010 dans le Soil Carbon Initiative sous les auspices de l'Université de Sydney, Australie, a ainsi proposé la notion de « sécurité du sol » (soil security) comme cadre conceptuel pour développer une politique de conservation de la pluralité des fonctions et services des sols : « un sol qui fonctionne correctement est requis pour la fourniture des services écosystémiques, la réduction du changement climatique, la production de nourritures et de vêtements, et le stockage d'eau douce » (Koch et al., 2013 p.2 – notre traduction ; voir aussi McBratney et al., 2014). On notera qu'une fonction d'atténuation et d'adaptation aux changements globaux est ici attribuée au sol, fonction qui prend une place croissante

avec les espoirs placés dans la séquestration du carbone dans les sols (recherches sur la production et l'usage de « biochar » : Leach, 2012 ; technologies d'émission négatives : Smith, 2016). L'initiative internationale 4 pour 1000 a ainsi été lancée par le gouvernement français fin 2015 afin de promouvoir des usages des terres et des pratiques agricoles capables de séquestrer davantage de carbone dans le sol et ainsi d'utiliser le sol comme « puits » naturel de carbone compensant, temporairement et pour partie, les émissions anthropogéniques de gaz à effet de serre[23]. Cette initiative met en avant le sol comme pourvoyeur d'un service climatique majeur, consistant à augmenter la résilience de l'environnement confronté aux émissions de gaz à effet de serre.

29 Le déploiement du vocabulaire des services écosystémiques a été largement critiqué pour porter une vision de la nature anthropo-centrée, utilitariste et économisée, qui ne rend pas justice notamment à la dimension non appropriable, mais également non maîtrisable et imprédictible de la nature (Maris, 2014 ; Neyrat, 2014). Cependant pour ses promoteurs, il permet de tenir un discours positif et optimiste sur la nécessité de conserver la nature dans la mesure où, au lieu de faire valoir un horizon quasi-irrémédiable d'extinction et de dégradation, ce discours insiste plutôt sur les interdépendances entre écosystèmes et sociétés et sur l'importance vitale d'un environnement conservé pour la vie humaine et sociale (Andriamahefazafy et al., 2012 ; Brunet, 2018). Le vocabulaire des services rendus par les sols (flux de services des sols vers la société), parfois associé à celui du sol comme capital naturel (le sol vu comme un stock–ressource pour la société) est ainsi particulièrement mis en avant par les chercheurs en sciences du sol dans l'idée qu'il constitue un cadre théorique et pratique qui va permettre de communiquer les connaissances des sols aux décideurs et ainsi donner lieu au développement de politiques publiques de conservation (Dominati et al., 2010 ; Breure et al., 2012 ; Robinson et al., 2013).

People4Soil : l'émergence d'une mobilisation en faveur de la conservation des services des sols

30 La requalification des sols qui va être proposée par le réseau associatif européen People4Soil créé en 2015 s'appuie ainsi sur l'idée de multifonctionnalité des sols et sur la mise en avant des services écosystémiques rendus par les sols. People4Soil est un réseau d'Organisations non gouvernementales (ONG), d'instituts de recherches, d'associations d'agriculteurs et de groupes environnementaux réunis sous l'impulsion d'une ONG italienne Legambiente. Dans un contexte où très peu d'associations de protection de l'environnement sont spécifiquement dédiées aux sols, à leur protection ou leur préservation, l'objectif de People4Soil est de combler ce manque afin de faire connaitre les sols et leur rôle, afin de sensibiliser l'opinion publique à l'importance de leur protection. En France, c'est l'association nationale de protection de l'environnement France Nature Environnement (FNE) qui est coordinatrice nationale du mouvement. FNE a créé en son sein un poste de chargé de mission centré notamment sur le sol – qui ne faisait jusqu'alors l'objet d'aucune action ou mission transversale (la thématique des sols industriels pollués faisait en revanche partie des thématiques d'action de l'association).

31 Afin notamment de relancer le processus de directive européenne de protection des sols, People4Soil a lancé une Initiative citoyenne européenne (ICE) fin 2016, dont l'objectif était de réunir un million de signatures de citoyens européens en faveur de la protection des sols, issus d'au moins 7 États membres. Or seulement 212 000 signatures environ ont été recueillies à l'automne 2017, date de la clôture officielle de la pétition – un chiffre

particulièrement faible comparé notamment au million de signatures récoltées en quelques mois par la campagne contre le glyphosate [24] ou du 1,8 million de paraphes qui sont allés à une ICE consacrée à l'eau en 2014[25].

32 En dépit de cet échec relatif, l'apparition du sol au sein des prérogatives de FNE via sa participation à People4Soil constitue un tournant dans l'appropriation de la thématique des sols par le monde associatif en France, et indique une étape importante dans la mobilisation de la société civile en faveur d'une requalification environnementale du sol en termes de conservation. FNE a initié une action de communication et de sensibilisation du public au sol comme enjeu environnemental, dans l'espoir initialement de récolter les signatures nécessaires au succès de l'ICE, en s'appuyant sur un ensemble d'outils incluant bande dessinée, plaquettes afin « de diffuser du contenu aussi pour dire en quoi les sols sont importants et en quoi ils sont menacés » pour reprendre les propos de la chargée de mission sol à FNE que nous avons interviewée et qui note également : « Parce qu'au final on part de 0. Dans la rue, vous allez demander si les sols sont importants dans leur vie ? Pas vraiment quoi ».

33 Dans ce cadre, la stratégie de France Nature Environnement emprunte à la fois au répertoire de la biodiversité, avec des formulations proches de celles développées par la plaquette de la FRB analysée ci-dessus (FRB, 2011) – notant par exemple sur son site web dédié que « une seule cuillère à café de sol sain contient plus d'organismes vivants qu'il n'y a d'humains sur terre » – et à celui des services : « cet écosystème vital livre, quand il est sain, une myriade de bienfaits »[26]. La chargée de mission sol à FNE décrit les outils de sensibilisation au sol développés par l'association en faisant référence à la fois aux êtres vivants peu connus (les « petites bêtes » du sol) et d'autre part, aux processus vitaux de dégradation et décomposition des résidus (végétaux et débris animaux) faisant du sol un site primordial de régénération du cycle de la vie :

> « On a formé des animateurs nature à des outils pédagogiques sur le sol pour qu'ils aillent faire des animations, regarder les petites bêtes (...) faire un mandala de feuilles par exemple, donc en fait, on fait une sorte de création artistique avec les feuilles très vertes à très décomposées. Et au final, ça montre les cycles et que bin le sol va contribuer à absorber la matière végétale, que ça nourrit les plantes, etc., qu'on explique le cycle comme ça. » (chargée de mission France Nature Environnement)

34 Il s'agit ainsi d'une requalification du sol comme écosystème et « milieu » (pour reprendre son terme) qui mobilise notamment largement l'idée que le sol rend des « services » aux sociétés : « *En fait, c'est comme ça qu'on a organisé la BD, c'est de dire, wouah le sol c'est génial, il fait ça, il fait ça. À chaque fois, en prenant des services rendus à l'homme.* » (idem)

35 Or c'est notamment afin de rompre avec l'approche de la conservation du sol contre des menaces, notamment agricoles, que les représentants de People4Soil mettent désormais l'accent sur les services des sols. Cette approche, selon la représentante de People4Soil interviewée, était dominante lors de la proposition de directive-cadre et expliquerait en partie son échec. C'est aussi l'avis du représentant du ministère de l'agriculture interviewé, qui a fait valoir sa préférence pour la requalification du sol en termes de services, discours jugé plus « positif » que le discours centré sur « l'extinction de la planète » :

> « Mais l'important, c'est vraiment d'essayer de communiquer, de se servir de ces services écosystémiques [liés au sol] comme moyens de communication avec la société civile, qui nous semblent plus positifs et plus porteurs, que d'arriver en

> disant… « attention ! voilà, c'est la nième menace supplémentaire qui porte sur l'extinction de la planète et de l'humanité ». (un membre du bureau du ministère de l'Agriculture)

36 L'analyse de la Stratégie européenne sur les sols de 2006 permet toutefois de relativiser l'idée que le projet de directive-cadre aurait été centré uniquement sur les menaces et l'extinction. Comme évoqué plus haut, la Stratégie (COM [2006)231 final) (Commission européenne, 2006a) souligne la nécessité de protéger les fonctions du sol, menacées par des processus de dégradation, en raison de leur importance environnementale et socio-économique, allant jusqu'à estimer le coût des dégradations subies par les sols à environ 38 milliards d'euros par an pour les pays européens – dans une démarche de quantification monétaire du coût subi par les sociétés du fait de la dégradation des services rendus par les écosystèmes développé dans le rapport du groupe The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB, 2010). La Stratégie considère la biodiversité du sol moins comme ressource pour les services rendus, que comme un objectif de conservation en soi : le renversement de perspective qui s'opère via le cadrage agroécologique en France, et via la requalification plus générale de la conservation du sol en termes de maintien, restauration ou optimisation des services rendus à la société, a clairement permis de construire une nouvelle alliance avec le monde agricole. *In fine*, la mobilisation de l'idée de services du sol permet de développer un type d'argumentation jugé plus légitime et efficace par les promoteurs de la conservation des sols, en ce qu'il permettrait notamment de dépasser les anciens antagonismes et conflits entre conservation et exploitation, notamment agricole, et de passer de nouvelles alliance (Granjou et Mauz, 2008). Le langage des services du sol permet en effet de sauvegarder le positionnement du monde agricole en tant que « propriétaire d'enjeu », gestionnaire et garant des services du sol et de leur durabilité : du statut de pollueur et de cause de la perte de biodiversité des sols, les agriculteurs deviennent garants du maintien de cette biodiversité, ressource clef pour les « services » rendus par les sols agricoles notamment en termes de production de biomasse ou de régulation du climat.

Mesurer les services rendus par les sols à la société

37 Le succès de la requalification du sol en termes de services rendus renvoie par ailleurs au développement d'un travail de production de nouvelles métriques et de nouveaux indicateurs permettant d'identifier, évaluer, et mesurer les services rendus par le sol, et finalement de les matérialiser. Le géographe Morgan Robertson note ainsi que la vision du monde portée par le vocabulaire des services écosystémiques ne peut s'actualiser qu'à travers le déploiement d'une série d'opérations abstraites permettant de qualifier, mesurer, évaluer et échanger les services rendus par des écosystèmes particuliers (Robertson, 2012 ; voir aussi Whitney and Kiechle, 2017). Ainsi, le succès potentiel de la requalification environnementale du sol via le discours montant sur les services demeure suspendu à la possibilité d'équiper matériellement les efforts de connaissance et de gouvernance des fonctions et services du sol par des systèmes de mesure, indicateurs et dispositifs de monitoring adéquats, permettant de mesurer, évaluer et surveiller le rendu adéquat des services par les sols.

38 Or tandis que la requalification du sol en termes de biodiversité menacée par des processus de dégradation se heurtait à la difficulté d'identifier, inventorier et classifier les « espèces » vivant dans le sol (Braverman, 2016a et 2016b), des cadres métrologiques opérationnels émergent aujourd'hui pour rendre les fonctions et les services du sol

mesurables, évaluables et gouvernables (p. ex. Dominati et al., 2014 ; Greiner et al., 2017). Une grande variété de critères ont été développées à travers l'histoire par les pédologues et agronomes pour évaluer et la qualité des sols à l'aune de leur valeur pour l'homme, la société et notamment pour la production agricole (Engel-di-Mauro, 2014)[27]. Cette pluralité des critères est soulignée par un pédologue interviewé :

> « Dans un sol on peut mesurer, je sais pas, peut-être 200, 300 propriétés différentes, c'est fabuleux. Mais euh, parmi cette grande diversité d'indicateurs, est-ce qu'il n'y en a pas qui sont plus intéressants que d'autres ? C'est difficile... »

39 En France, plusieurs appels à projets proposés par le programme GESSOL entre 1998 et 2015 et par l'Ademe (notamment, dans les programmes « BIOINDICATEUR », « REACCTIF », « GRAINE ») visaient notamment à concevoir des indicateurs permettant la mesure et la gouvernance des services rendus par le sol. Ces programmes de recherche ne se sont pas limités aux seuls sols agricoles, mais ont intégré les sols forestiers ou urbains. Ces programmes volontairement pluridisciplinaires ont largement ouvert les sciences du sol aux disciplines des sciences humaines et sociales. Le ministère de l'Agriculture a également récemment effectué un important travail de recensement des indicateurs quantifiant l'ensemble des services écosystémiques dont ceux rendus par les sols dans le cadre du programme EFESE (Évaluation française des écosystèmes et des services écosystémiques). Tous ces programmes français de recherche publique ont ainsi largement contribué à la diffusion et à la dé-sectorialisation de la métrologie des services rendus par les sols à la société.

40 Il ressort de ces travaux que le carbone organique du sol pourrait constituer un indicateur générique prometteur de la multifonctionnalité du sol. Il s'agit en effet non seulement d'un indicateur clef pour évaluer le succès des initiatives de stockage du carbone dans les sols à des fins d'atténuation du changement climatique (initiative « 4 pour 1000 » à l'international, la stratégie nationale bas carbone et les plans climat air énergie territoriaux en France), mais aussi d'un très bon indicateur de la fertilité agricole des sols (proche de l'indicateur agronomique classique de la matière organique du sol). De plus, le carbone organique du sol donne aussi une bonne indication pour évaluer la quantité d'êtres vivants dans un volume donné de sol. Enfin, la « tonne carbone » constitue une métrique déjà largement éprouvée dans le cadre des systèmes de comptabilité climatique (paiements pour l'évitement d'émissions de carbone par exemple dans le cadre du dispositif REDD+ ; acronyme anglais pour « reducing emissions from deforestation and forest degradation » ; Robertson, 2012).

41 Nombre de chercheurs en sciences du sol estiment que le carbone organique du sol est un indicateur à la fois pratique et réaliste d'un point de vue technique, et aisément communicable aux décideurs et au public, qui « aide à identifier les seuils dangereux de dégradation des sols (...) les sols plus bas en carbone sont moins fonctionnels ; les sols plus hauts en carbone ont une résilience augmentée » (Koch et al., 2013, p. 440 – notre traduction)[28].

42 Des méthodes quantitatives de comparaison d'une vaste quantité de données provenant de différentes études mondiales sur le carbone organique des sols ont été développées pour tenter d'évaluer le potentiel des sols à séquestrer du carbone de manière significative pour l'atténuation du changement climatique et l'amélioration de la sécurité alimentaire dans le cadre de l'initiative internationale 4 pour 1000 (Minasny et al., 2017). Cependant ces travaux ont été fortement critiqués par d'autres chercheurs en sciences du sol, qui estiment que ces méthodes de modélisation quantitative du service de

régulation du climat des sols centrées sur un seul type d'indicateur, le carbone organique du sol, proposent une vision très réductrice des processus fondamentaux liés au service climatique des sols, omettant d'importants gaz à effet de serre et le carbone inorganique du sol (Baveye et al., 2018). Plusieurs chercheurs interviewés ont également souligné que la mesure précise du carbone organique du sol demanderait encore de longues années de développement technique et méthodologique.

43 Si le carbone organique comme indicateur unique de la capacité des sols à rendre les services attendus demeure controversé, il témoigne à tout le moins du niveau d'avancement de la requalification du sol en termes de pourvoyeur de services, notamment agricoles et climatiques, aux sociétés. Le sol est désormais chargé, outre d'un service d'approvisionnement, classique, en nourriture et autres denrées (fibre pour les vêtements, fourrage pour les animaux d'élevage), de la fourniture d'un nouveau service de sécurisation du bon fonctionnement des écosystèmes et de maintien de leur résilience via l'atténuation du changement climatique.

Conclusion

44 Notre contribution a consisté à retracer et suivre les trajectoires respectives, partiellement entremêlées, de deux logiques de requalification du sol en termes d'enjeu de conservation : la première logique est centrée sur la conservation des sols et de la leur biodiversité confrontés à des menaces de dégradation ; la seconde logique requalifie le sol comme pourvoyeur d'une variété de fonctions environnementales et de services pour les sociétés, notamment des services agricoles et climatiques, et insiste sur le besoin de maintenir, restaurer et sécuriser ces services. Ces deux logiques reconfigurent très différemment le rôle et les responsabilités humaines et en particulier celles du monde agricole vis-à-vis de la conservation du sol. Tandis que l'accent sur la dégradation du sol et la biodiversité menacée s'accompagne d'une mise en accusation des pratiques agricoles intensives et de leurs conséquences sur la destruction des fonctions des sols et des formes de vie des sols, la focalisation sur les fonctions et services rendus par les sols tend à susciter une nouvelle alliance avec le monde agricole, désormais en charge de maintenir et faire fructifier le « capital biologique » de ses sols dans une perspective de productivité et durabilité agricole.

45 Nous avons cherché à distinguer et caractériser isolément chacune de ces deux logiques de requalification pour les besoins de clarté de l'analyse, suggérant une chronologie dans laquelle la première tend à céder la place à la seconde. Cependant les divers projets et initiatives de conservation des sols témoignent en même temps souvent de figures de co-existence et d'hybridation de ces deux logiques. Cette co-existence et cet enchevêtrement de répertoires de requalification renvoient *in fine* à l'inachèvement de l'entreprise de requalification, du fait notamment qu'elle n'est aujourd'hui qu'imparfaitement instrumentée par l'intermédiaire d'indicateurs et métriques qui permettraient d'évaluer, mesurer et surveiller le bon état écologique des sols en termes de biodiversité et d'espèces, ou en termes de services rendus – et ce même si la « tonne carbone » constitue un indicateur prometteur qui permettrait de stabiliser la requalification du sol en termes de fonctions et services.

46 Pour autant, une transformation du regard sur le sol semble bel et bien en cours, résultat notamment du succès de la notion de services écosystémiques. Cette dernière permet d'inscrire les discours sur l'importance écologique des sols dans une vision plus holistique

et intégrée et d'insister sur les interdépendances sol/société liens justifiant la gestion durable des sols[29]. L'idée notamment que les sols auront un rôle critique à jouer face aux projections de développement pour nourrir 9.5 milliards d'individus d'ici 2050 (ONU Info, 2017), mais aussi pour contribuer à la résilience environnementale en contexte de changements globaux, est de plus en plus prégnante – par exemple dans l'initiative internationale portée par le gouvernement français « 4 pour 1000 : les sols pour la sécurité alimentaire et le climat ».

47 Il ressort finalement de ces divers répertoires et figures de requalification du sol la difficulté majeure d'une requalification environnementale des sols qui s'articulerait en dehors d'une logique d'alliance et de compromis entre conservation de la nature et agriculture. À ce titre, la sécurité alimentaire pourrait bien constituer une troisième logique de requalification des enjeux de durabilité des sols, distincte de la requalification en termes de ressource et de biodiversité menacées et partiellement distincte aussi de l'accent mis sur la diversité des fonctions et services des sols de par sa proximité avec la seule fonction de production agricole des sols – mais au détriment finalement de l'idée même d'une requalification du sol multifonctionnel comme enjeu de conservation proprement environnementale.

Remerciements

48 Nous remercions le LABEX ITEM (Innovations et Territoires de Montagne) pour son soutien financier à la recherche présentée ici, via le projet AlpSols « Approche interdisciplinaire des rapports sols/sociétés en milieu de montagne à l'heure du changement climatique » (juillet 2016-juin 2018). Nous tenons à remercier tout particulièrement les participants au projet AlpSols : Jérôme Poulenard, Isabelle Arpin, Coralie Mounet, Roberto Geremia et Yves Perrette. La réflexion présentée ici n'aurait pu voir le jour sans leur participation ; elle s'est nourrie des discussions menées avec eux au cours du projet.

49 Nous remercions également vivement toutes les personnes qui nous ont accordé leur temps lors d'une interview, contribuant ainsi largement à l'avancement de cette recherche.

BIBLIOGRAPHIE

André, H.M., M.-I Noti et P. Lebrun, 1994, The soil fauna: the other last biotic frontier, Biodiversity and Conservation, 3, 1, pp. 45-56.

Andriamahefazafy, F., C. Bidaud, Ph. Méral, G. Serpantié et A. Toillier, 2012, L'introduction de la notion de service environnemental et écosystémique à Madagascar, VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement [En ligne], Volume 12 numéro 3 | décembre 2012, consulté le 13 novembre 2018. URL : http://journals.openedition.org/vertigo/12875; DOI : 10.4000/vertigo.12875

Arrignon, M. et C. Bosc, 2017, Le plan français de transition agroécologique et ses modes de justification politique. La biodiversité au secours de la performance agricole ? D. Compagnon, D. and E. Roday E. (eds.), *Politiques de biodiversité*, Paris : Presses de Sciences Po, pp. 205-224.

Arrouays, D., J. Balesdent, J.C. Germon, P.A. Jayet, P. A., J. F. Soussana, P. Stengel et D. Bureau, 2002, Contribution à la lutte contre l'effet de serre (stocker du carbone dans les sols agricoles de France ?), Synthèse du rapport d'expertise réalisé par l'INRA, à la demande du ministère de l'Écologie et du Développement durable.

Baveye, P. C., J. Berthelin, D. Tessier et G. Lemaire, 2018, The « 4 per 1000 » initiative: A credibility issue for the soil science community? *Geoderma* 309, pp. 118-123.

Baveye, P. C., J. Baveye et J. Gowdy, 2016, Soil "Ecosystem" Services and Natural Capital: Critical Appraisal of Research on Uncertain Ground, *Frontiers in Environmental Science*, 4, 41.

Beck, U., 2001 [1986], La Société du risque. Sur la voie d'une autre modernité, Paris, Alto Aubier, 521 p.

Bourguignon, C., 2002, *Le sol, la terre et les champs,* Paris, Sang de la Terre, 190 p.

Braverman, I. (ed), 2016a. Animals, Bio-politics, Law: Lively Legalities, London, Routledge, 248 p.

Braverman, I., 2016b, Anticipating endangerment: the biopolitics of threatened species list, BioSocieties 12, 1, pp. 132-157.

Brunet, L., 2018, La vie affective des services écosystémiques. Recherche, communication scientifique et protection de la nature, Thèse en sociologie de l'université Grenoble Alpes, soutenue le 9 mars 2018.

Bispo, A., C. Guellier, E. Martin, J. Sapijanskas, H. Soubelet et C. Chenu, 2016, *Les sols : Intégrer leur multifonctionnalité pour une gestion durable*, Paris, éditions Quae, 384 p.

Bouleau G. et Ph. Deuffic, 2016. Qu'y a-t-il de politique dans les indicateurs écologiques ? *VertigO – la revue électronique en sciences de l'environnement* 16, 2 [En ligne] URL : https://journals.openedition.org/vertigo/17581, Consulté le 12 novembre 2018.

Bourg, D. et K. Whiteside, 2010, *Vers une démocratie écologique. Le citoyen, le savant et le politique*, Paris, le Seuil, 103 p.

Breure, A.M., G.B. De Deyn, E. Dominati, T. Eglin, K. Hedlund, J. Van Orshoven et L. Posthuma, 2012, Ecosystem services: a useful concept for soil policy making, *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 4, pp. 578-585.

Brevik, E. C., A. Cerdà, J. Mataix-Solera, L. Pereg, J. N. Quinton, J. Six et K. Van Oost, 2015, The interdisciplinary nature of SOIL, *SOIL*, 1, pp. 117-129.

Cardona, A., 2012, L'introduction de la notion de « services écosystémiques » : pour un nouveau regard sur le sol ?, 6è Journées de Recherches en Sciences Sociales, SFER, Paris, 14 p.

Chabbal, J., 2005, Le risque invisible. La non-émergence d'un problème public, *Politix*, 70, 2, pp. 169-195.

Clark, N. H. et M. Hird, 2014, Deep shit, *O-Zone: À Journal of Object-Oriented Studies*, 1, 1, pp. 44-52.

Clarke, A., 2005, *Situational analysis: grounded theory after the post-modern turn,* Thousand Oaks, CA, US, SAGE Publications, 408 p.

Commission européenne, 2006a, Proposition de Directive du parlement européen et du conseil définissant un cadre pour la protection des sols et modifiant la directive 2004/35/CE, [En ligne]

URL : https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/ALL/ ?uri =COM :2006 :0232 :FIN consulté le 12 novembre 2018.

Commission européenne, 2006b, Stratégie thématique en faveur de la protection des sols. Communication de la commission au conseil, au parlement européen, au comité économique et social européen et au comité des régions, [En ligne] URL : https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/ ?uri =celex %3A52006DC0231, consulté le 12 novembre 2018.

Conseil de l'Europe, 1972, Charte européenne des sols, Strasbourg, Août 1972.

Desrosières, 2000 [1993], *La politique des grands nombres- Histoire de la raison statistique,* Paris, La Découverte, 462 p.

Dominati, E., A. Mackay, S. Green et M. Patterson, 2014, A soil change-based methodology for the quantification and valuation of ecosystem services from agro-ecosystems: A case study of pastoral agriculture in New Zealand, *Ecological Economics* 100, pp. 119–129.

Dominati, E., M. Patterson et A. Mackay, 2010, A framework for classifying and quantifying the natural capital and ecosystem services of soils, *Ecological Economics* 69, pp. 1858–1868.

Donadieu, P., E. Rémy et M. Girard, 2016, Les sols peuvent-ils devenir des biens communs ? *Natures Sciences Sociétés*, 24, 3, pp. 261-269.

Engel-di-Mauro, S., 2014, *Soil, Ecology and the Left – an eco-social approach,* London, Palgrave MacMillan, 252 p.

Farinetti, A., 2013, La protection juridique de la qualité du sol au prisme du droit de l'eau, *Environnement*, 6 – juin 2013.

Fabiani, J.-L. et J. Theys (eds.), 1987, La Société vulnérable, Paris, Presses de l'ENS, 688 p.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 1982, World soil charter. Food and Agriculture Organization of the United Nations, November 1982.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2015, Charte mondiale des sols révisée. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome, Italie, [En ligne] URL : http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/GSP/docs/ITPS_Pillars/ annexVII_WSC.pdf

Faugère, E. et I. Mauz, 2013. Une introduction au renouveau de la taxonomie : introduction au numéro spécial, Revue d'Anthropologie des Connaissances, 7, 2, pp. 349-354, [En ligne] URL : https://www.cairn.info/revue-anthropologie-des-connaissances-2013-2-page-a.htm, consulté le 12 novembre 2018.

Fondation pour la Rechercher sur la Biodiversit (FRB), 2011, Sols vivants : la face cachée de la biodiversité. *Des clefs pour comprendre la biodiversité* n° 1, avril 2011, Fondation pour la Rechercher sur la Biodiversité, Paris.

Gilbert, C. 1999. Risques sanitaires et sciences humaines et sociales : quelques pistes de recherche, Revue française des affaires sociales, 53, 1, pp. 9-20.

Gilbert, C. et E. Henry, 2012, La définition des problèmes publics : entre publicité et discrétion, *Revue française de sociologie*, 53, 1, pp. 35-59.

Granjou, C., 2013, *Micro-politiques de la biodiversité – experts et professionnels de la nature*. Bruxelles, Editions Peter Lang, 202 p.

Granjou, C., I. Mauz et A. Cosson, 2010, Le recours aux savoirs dans l'action publique environnementale : un foisonnement expérimental, *Sciences de la société*, 79, pp. 115-129.

Greiner, L., A. Keller, A. Grêt-Regamey et A. Papritz, 2017, Soil function assessment: review of methods for quantifying the contributions of soils to ecosystem services, *Land Use Policy,* 69, pp. 224–237.

Goulet, F. et D. Vinck, 2012, L'innovation par retrait. Contribution à une sociologie du détachement, *Revue française de sociologie*, 53, 2, pp. 195-224.

Goulet F., 2013, Narratives of Experience and Production of Knowledge within Farmers' Groups, Journal of Rural Studies 32, pp. 439-447.

Griffon, M., 2017, Éléments théoriques en agroécologie : l'intensivité écologique, OCL 24, 3, D302.

Hartemink, A. E. et A. McBratney, 2008, A soil science renaissance, *Geoderma*, 148, 2, pp. 123-129.

Hird, M. J., 2009, *The Origins of Sociable Life: Evolution after Science Studies,* New York, Palgrave, McMillan, 202p.

Höhler, S. et R. Ziegler, 2010, Nature's accountability : stocks and stories, *Science as Culture* 19, 4, pp. 417-430.

Jones, A., P. Panagos, S. Barcelo, F. Bouraoui, C. Bosco, O. Dewitte, C. Gardi, J.Hervás, R. Hiederer, S. Jeffery, L. Montanarella, V. Penizek, G.Tóth, M. Van Den Eeckhaut, M. Van Liedekerke, F. Verheijen et Y. Yigini 2012, The State of Soil in Europe – a Contribution of the JRC to the European Environment Agency's Environment State and Outlook Report. SOER 2010 n° EUR 25186 EN [En ligne] URL : http://www.citeulike.org/group/15400/article/12027546 consulté le 12 novembre 2018.

Kalaora, B. et C. Vlassopoulos, 2013, *Pour une sociologie de l'environnement. Environnement, société et politique*, Champ Vallon, Seyssel, 301 p.

Kearnes, M. et L. Rickards, 2017, Earthly graves for environmental futures : Techno-burial practices, *Futures* 92, pp. 48-59, [En ligne] URL : https://doi.org/10.1016/j.futures.2016.12.003 consulté le 12 novembre 2018.Koch A., A. McBratney, M. Adams, D.Field, R. Hill, J.Crawford, B. Minasny, R. Lal, L. Abbott, A. O'Donnell, D. Angers, J. Baldock, E. Barbier, D. Binkley, W. Parton, D. H. Wall, M. Bird, J. Bouma, C. Chenu, C. Butler Flora, K. Goulding, S. Grunwald, J. Hempel, J. Jastrow, J. Lehmann, K. Lorenz, C. L. Morgan, C. W. Rice, D. Whitehead, I. Young et M. Zimmermann , 2013, Soil Security : solving the global soil crisis, *Global Policy* 4 issue 4, pp. 434-441.

Leach, M., J. Fairhead et J. Fraser, 2012, Green grabs and biochar: Revaluing African soils and farming in the new carbon economy, The journal of peasant studies 39, 2, pp. 285-307.

Louwagie, G., S.H. Gay, F. Sammeth et T. Ratinger, 2011, The potential of European Union policies to address soil degradation in agriculture. *Land Degradation and Development* 22, 1, pp. 5-17.

Millennium Ecosystem Assessment (MA), 2005, *Ecosystems and human well-being: Synthesis*, Washington, DC, Island Press.

Maris, V., 2014, *Nature à vendre, les limites des services écosystémiques*, Paris, éditions Quae, 96 p.

Maron, P-A., Ch. Mougel et L. Ranjard, 2011, Soil microbial diversity: Methodological strategy, spatial overview and functional interest. *Comptes rendus Biologies,* 334, pp. 403–411.

McBratney A., D.J. Field et A. Koch A., 2014, The dimensions of soil security, *Geoderma* 213, pp. 203-213.

Minasny, B., B. P. Malone, A. McBratney, D.A. Angers, D. Arrouays, A. Chambers, V. Chaplot, Z.S. Chen, K. Cheng, B.S. Das, D.J. Field, A. Gimona, C. B. Hedle, S. Y. Hong S., B. Mandal, B.P. Marchant, M. Martin, B.G. McConkey, V.L. Mulder, S. O'Rourke, A.C. Richer-de-Forges, I. Odeh, J. Padarian, K.

Paustian, G.X. Pan, L. Poggio, I. Savin, V. Stolbovoy, U. Stockmann, Y. Sulaeman, C.C. Tsui, T.G. Vagen, B. van Wesemael et L. Winowiecki 2017, Soil carbon 4 per mille. *Geoderma*, 292, pp. 59-86.

Neyrat F., 2016, *La Part inconstructible de la Terre. Critique du géo-constructivisme*, Paris, éditions du Seuil, 384p.

Neveu, E., 1999, L'approche constructiviste des « problèmes publics ». Un aperçu des travaux anglo-saxons, *Études de communication*, 22, pp. 41-58.

Organisation des Nations- unies info (ONU Info), 2017, La population mondiale devrait atteindre 9,8 milliards en 2050 et 11,2 milliards en 2100, selon l'ONU, *ONU info* [en ligne] URL : https://news.un.org/fr/story/2017/06/359662-la-population-mondiale-devrait-atteindre-98-milliards-en-2050-et-112-milliards

Peralta, A., D. Stuart, A.D. Kent et J.T. Lennon, 2014, A socio-ecological framework for « micromanaging » microbial services, *Frontiers in Ecology and the Environment* 12, 9, pp. 524-531.

Puig de la Bellacasa, M., 2014, Encountering Bioinfrastructure: Ecological Struggles and the Sciences of Soil, *Social Epistemology: A journal of Knowledge, Culture and Society*, 28, 1, pp. 26-40.

Puig de la Bellacasa, M., 2015, Making time for soil: Technoscientific futurity and the pace of care, *Social Studies of Science*, 45, 5, pp. 691-716.

Robertson, M., 2012, Measurement and alienation: making a world of ecosystem services, *Transactions of the Institute of British Geographers*, 37, 3, pp. 386-401.

Robinson, D.A., N. Hockley, D.M. Cooper, B.A. Emmett, A.M. Keith, I. Lebron, A.M.; C.W. Watts, W.R. Whalley, H.I.J. Black, G.P. Warren et J.S. Robinson, 2013, Natural capital and ecosystem services, developing an appropriate soils framework as a basis for valuation. *Soil Biology and Biochemistry* 57, pp. 1023-1033.

Smith, P., 2016, Soil carbon sequestration and biochar as negative emission technologies. *Global change biology*, *22*(3), pp. 1315-1324.

Tsiafouli M. A., E. Thébault, S. P. Sgardelis, P. C. de Ruiter, W. H. van der Putten, K.Birkhofer, L. Hemerik, F. T. de Vries, R. D. Bardgett, M. Vincent Brady, L. Bjornlund, H. Bracht Jørgensen, S. Christensen, T. D' Hertefeldt, S. Hotes, W.H. Gera Hol, J. Frouz, M. Liiri, S. R. Mortimer, H. Setälä, J. Tzanopoulos, K. Uteseny, V. Pižl, J. Stary, V. Wolters et K. Hedlund, 2015, Intensive agriculture reduces soil biodiversity across Europe, *Global Change Biology 21*, 2, pp. 973-985.

The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB), 2010, Mainstreaming the Economics of Nature: A Synthesis of the Approach, Conclusions and Recommendations of TEEB, [En ligne] URL: http://www.teebweb.org/our-publications/teeb-study-reports/synthesis-report/ consulté le 12 novembre 2018.Tennesen, M., 2014, Rare earth, *Science* 346, 6210, pp. 692-695.

Terrat, S, W. Horrigue, S. Dequietd, NPA. Saby, M. Lelièvre et V. Nowak, 2017, Mapping and predictive variations of soil bacterial richness across France. PLoS ONE 12, 10, e0186766, https://doi.org/10.1371/journal.pone.0186766

Turpin, N., H. ten Berge, C. Grignani, G. Guzman, K. Vanderlinden, H.H. Steinmann, G. Siebielec, A. Spiegel, E. Perret, G. Ruysschaert, A. Laguna, J. Vicente Giraldez, M. Werner, I. Raschke, L. Zavattaro, Ch. Costamagna, N; Schlatter, H. Berthold, T. Sanden et A. Baumgarten, 2017, An assessment of policies affecting sustainable soil Mmanagement in Europe and selected member states, *Land Use Policy*, 66, pp. 241-249.

Whitney K. et M. Kiechle, 2017, Introduction: Counting on Nature, *Science as Culture*, 26, 1, pp. 1-10.

Yusoff, K., 2012, Aesthetics of loss: biodiversity, banal violence and biotic subjects, *Transactions of the Institute of British Geographers*, 37, 4, pp. 578-592.

NOTES

1. Par « sciences du sol », nous entendons un champ, devenu discipline en lui-même, qui réunit une variété d'approches disciplinaires (pédologie, biogéochimie, hydrologie, écologie, géomorphologie, géographie, droit...) autour du sol. Un des auteurs du présent article est biogéochimiste du sol; notre recherche s'est déroulée dans le cadre du projet Alpsols dont l'équipe réunissait deux sociologues, une géographe, un écologue du sol, un pédologue et un biogéochimiste du sol.

2. Comme par exemple dans cet extrait d'entretien : « *Et le problème qui est qu'on n'a pas forcément de contact direct avec le sol.(...) On le respire pas, on le mange pas directement, donc ça va être moins important et les liens entre la dégradation d'un sol et la mise en danger de la santé humaine sont moins évident dans l'imaginaire collectif que l'air ou l'eau.* » (chargée de mission France Nature Environnement)

3. Voir l'intervention de Philippe Billet à la Journée mondiale des sols de 2014 : [En ligne] URL : http://www.lajourneemondialedessols.org/category/2013/, consulté le 24 juin 2017.

4. L'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe) finance et coordonne de nombreuses recherches sur le sol et participe à la mise en œuvre des politiques publiques dans ce domaine.

5. La plupart des entretiens se sont déroulés sur le lieu de travail ou au domicile des personnes interrogées, les autres étant effectués par téléphone ou Skype pour des raisons de commodité et de disponibilité. La réalisation des entretiens par skype ou téléphone ne nous a pas paru influencer de manière significative le déroulement de l'entretien et les propos recueillis.

6. Les entretiens ont été enregistrés avec l'accord des informateurs et un contrat de cession de droit a été signé par tous les informateurs; les entretiens ont été déposés sur la plateforme d'archivage des données d'entretiens développée par Irstea, Sygade, à des fins d'archivage institutionnel.

7. En 2016. L'Afes a été fondée en 1934.

8. Nous parlons de « remise » à l'agenda des sols dans la mesure où ils avaient bien été à l'agenda politique dans les années 1970 et 1980 avec la charte européenne des sols et la charte mondiale des sols notamment.

9. Notamment : érosion, diminution de la teneur en matières organiques, contamination locale et diffuse, imperméabilisation, tassement, salinisation, inondations et glissements de terrain (COM [2006)231 final. [Commission européenne, 2006a]

10. Voir aussi le réseau récemment constitué Soil Care Network mobilisant chercheurs académiques en sciences sociales, sciences du sol, activistes et artistes autour du sol vivant : [En ligne] URL : https://www.soilcarenetwork.com/ .

11. Parmi le groupe de scientifiques internationaux responsables du montage de l'Atlas, se trouve par exemple Luca Montanarella, qui jouera un rôle moteur dans la mise en place du *Global Soil Partnership* en 2013 – plateforme scientifique internationale chargée d'un rôle d'expertise de l'état des sols et de communication des savoirs à destination des décideurs.

12. L'INRA a également organisé la première conférence mondiale sur la biodiversité des sols en 2014, à Dijon [1er-5 décembre 2014].

13. Notamment dans la plaquette de la FRB, parmi les indicateurs de l'ONB, ou encore sur les posters accrochés au mur du bureau de plusieurs chercheurs enquêtés.

14. Notre traduction.

15. Un pédologue interviewé note les limites des discours centrés sur la biodiversité menacée des sols, du fait que les êtres vivants du sol peinent à attirer sympathie et admiration : « *Les gens vont pas dire "'ah j'adore le sol, je kiffe mes vers de terre, je ne vais pas construire [une maison, une autoroute...] sur mon sol'"* ».

16. Toutefois, certains groupes fonctionnels des chaînes trophiques des sols comme les bactéries peuvent voir leur diversité spécifique augmenter dans les sols agricoles par rapport à d'autres sols [Terrat et al., 2017].

17. *« Il [Bourguignon] dit par exemple qu'en France, les sols agricoles sont morts. Ce qui est faux, on a fait une enquête nous... Ben déjà les sols, ils sont pas morts. On voit qu'ils sont tous à un minimum de niveau de vie même s'il y en a qui sont plus vivants que d'autres [...] Bien sûr, il y a toujours des endroits où il y a des problèmes par rapport à des choses un peu agressives, mais la majorité sont même bien vivants.* » [un chercheur en écologie du sol]

18. C'est une minorité de blocage qui a fait barrage au vote de la directive dès le début des négociations soit cinq pays sur les 27 États membres, dont l'Autriche, l'Allemagne, les Pays-Bas, l'Angleterre et la France [qui n'aurait d'ailleurs pas voté contre, mais ce serait abstenue, ce qui revient finalement au même]. Le texte se voulait porteur d'une nouvelle conception du sol qui s'est fondamentalement heurtée à la notion de sol comme territoire national, au fondement à la fois de l'État et de la propriété privée.

19. Michel Griffon définit l'agriculture écologiquement intensive comme une « agriculture utilisant intensivement et en priorité les processus écologiques et biologiques, mais sans refuser les intrants conventionnels pourvu que leur usage soit subsidiaire.

20. [En ligne] URL : http://agriculture.gouv.fr/sites/minagri/files/cgaaer_14135_cgedd_010068-01_2015_rapport.pdf, ce rapport a permis la mise en place d'un réseau pilote interministériel assurant la coordination des actions de l'État sur les sols, le Réseau national d'expertise scientifique et technique sur les sols [RNEST], lancé fin 2016.

21. C'est afin de sortir de l'impasse politique créée par l'échec de la directive-cadre européenne sur les sols que certains des membres de l'Association française pour l'étude des sols [Afes] décidèrent de créer le Club Parlementaire pour la Protection et l'Etude des sols. Sa création répond à une controverse interne au sein de l'Afes : alors que certains membres souhaitaient que l'association s'engage beaucoup plus fermement dans la défense d'une politique de conservation des sols, d'autres estimaient que l'association devait au contraire ne pas assumer de rôle politique et demeurer dans une posture de neutralité scientifique. La création du CPPES a permis d'endosser un rôle politique sans que l'Afes dans son ensemble ne soit concernée.

22. Le rapport du *Millennium Ecosystem Assessment* distingue quatre catégories de services : [i] les services d'auto-entretien [d'auto-fonctionnement] ou de support, (ii] les services d'approvisionnement ou de prélèvement [notamment produits agroalimentaires et de matériaux), (iii) les services de régulation (flux hydriques, séquestration de carbone, biodiversité), (iv) les services culturels (structuration et identité des paysages, loisirs, tourisme, pédagogie) – qui tous s'appliquent au sol.

23. Un taux annuel d'augmentation des stocks de carbone organique des sols de 0,4 % est l'objectif "aspirationnel" affiché comme slogan mobilisateur par l'Initiative 4 pour 1000 d'après un calcul de la quantité de carbone nécessaire à séquestrer dans les sols de manière à compenser l'augmentation annuelle du carbone dans l'atmosphère résultant des émissions anthropogéniques de gaz à effet de serre (Arrouays et al., 2002).

24. [En ligne] URL : http://www.journaldelenvironnement.net/article/plus-d-un-million-de-signatures-contre-le-glyphosate,83710

25. En ligne] URL : http://www.journaldelenvironnement.net/article/l-eau-est-bien-un-droit-humain-pour-1-8-million-d-europeens,41749; [En ligne] URL : http://ec.europa.eu/citizens-initiative/public/initiatives/obsolete/details/2016/000002; voir également : [En ligne] URL :

https://www.euractiv.fr/section/developpement-durable/news/lavenir-des-sols-indiffere-les-citoyens-europeens
Par ailleurs en juillet 2017, une lettre ouverte aux députés a été publiée par l'association "Des terres, pas d'hypers!" pour demander à la nouvelle assemblée de préparer une proposition de loi protectrice des sols.

26. Citations extraites du site officiel de France Nature Environnement dédié au sol, [En ligne] URL : https://www.fne.asso.fr/actualites/sauvons-la-terre-litt%C3%A9ralement (consulté le 29 mars 2018).

27. Si le système de mesure des surfaces (en m² ou hectares) est particulièrement simple et universel à utiliser, il ne rend compte que du sol-surface, et non pas du sol-matière puisqu'il est par définition orienté vers la comptabilité en deux dimensions qui ne tient pas compte de la profondeur.

28. « Augmenter et gérer le carbone du sol et les formes de vie qui le transforment constitue un mécanisme clef pour améliorer et maintenir la fonctionnalité du sol et sa capacité à supporter la fourniture des services écosystémiques » (Koch et al., 2013 p. 440).

29. Comme l'illustrent par exemple ces propos d'un chercheur en sciences du sol : « *Quand on éduque nos enfants, on leur dit "touche pas, c'est sale. La terre, c'est sale". On oublie d'expliquer que la terre c'est un monde vivant et que c'est ce qui supporte les végétaux qui sont au cœur du fonctionnement de la planète et qui sont la base de notre nourriture.* »

RÉSUMÉS

Si les sols sont indispensables à l'activité humaine et au bon fonctionnement des écosystèmes, ils ne font pourtant l'objet d'aucune mesure de conservation contraignante qui leur soit dédiée. Nous défendons que les difficultés à mettre en place des mesures de conservation du sol ne renvoient pas simplement à l'invisibilité propre au monde souterrain et aux dangers qui le menacent : comprendre ces difficultés demande de retracer la trajectoire de mise à l'agenda du sol comme enjeu environnemental et les répertoires particuliers dans lesquelles elle s'exprime. En déployant une approche pluridisciplinaire alliant sciences sociales et sciences du sol, nous avons cherché à identifier et à caractériser les logiques de requalification environnementale du sol à l'œuvre depuis le milieu des années 2000. Nous avons notamment cherché à comprendre dans quelle mesure ces logiques de requalification du sol comme enjeu de conservation se démarquaient de l'appréhension agricole dominante qui envisage le sol en termes de support de fertilité et de production agronomique. Sur la base d'une enquête sociologique qualitative approfondie menée en France, incluant exploitation documentaire et entretiens, nous caractérisons deux logiques de requalification environnementale du sol, en termes d'une part de conservation des sols et de leur biodiversité menacés par des processus de dégradation, et en termes d'autre part de conservation et de sécurisation des fonctions et services rendus par les sols. Nous discutons enfin les différences et les relations entre ces deux logiques du point de vue de la manière dont elles interpellent, bousculent, ou au contraire font alliance avec les enjeux et les intérêts agricoles.

While soil is crucial to human activity and ecosystem functioning, there is no policy specifically focused on soil conservation. We argue that the difficulties to implement soil conservation policies are not merely due to the invisibility of the underground world and the threats on its life

and functioning. Instead, we need to unpack how soil has been set onto political agenda as an environmental issue, and to analyze the specific repertoires and language in which soil conservation is articulated. Drawing on a multidisciplinary approach including social sciences and soil sciences, we accounted for the logics of requalification of soil as environmental issue at play since the mid 2000s and for their relationships with the dominant agricultural qualification of soil as a material substrate for fertilization and agronomic productivity. Drawing on an in-depth qualitative investigation in France, including documentary exploitation and interviews, we identified two distinct logics of environmental requalification of soil, respectively in terms of endangered biodiversity and threatened soils in need of conserving, and in terms of soil functions and soil ecosystem services in need of conserving and securing. We finally discuss how those logics tend to unsettle agricultural logics and power relations or to comply with them.

INDEX

Keywords : soil, agenda setting, nature conservation, biodiversity, soil degradation, ecosystem services, sociological investigation
Mots-clés : sol, mise à l'agenda, conservation de la nature, biodiversité, dégradation des sols, services écosystémiques, enquête sociologique

AUTEURS

JULIETTE FOURNIL

Institut d'Études Politiques de Grenoble/IRSTEA Grenoble UR LESSEM, 14, rue Lakanal, 38 000 Grenoble, France, courriel : juliette.fournil@etu-iepg.fr

JULIETTE KON KAM KING

Institut d'Études Politiques de Paris/IRSTEA Grenoble UR LESSEM, 40, quai de Jemmapes, 75 010 Paris, France, courriel : juliette.konkamking@sciencespo.fr

CÉLINE GRANJOU

Directrice de recherches en sociologie, Université Grenoble Alpes, IRSTEA, Grenoble UR LESSEM, UMR Pacte, Laboratoire Interdisciplinaires Sciences Innovations Sociétés LISIS, 2 rue de la Papeterie BP 76, 38 400 St MARTIN d'HERES Cedex, France, courriel : celine.granjou@irstea.fr

LAURIC CÉCILLON

Chargé de recherches en biogéochimie du sol, Université Grenoble Alpes, IRSTEA Grenoble UR LESSEM, 2 rue de la Papeterie BP 76, 38 400 St MARTIN d'HERES Cedex, France, courriel : lauric.cecillon@irstea.fr